

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 03267350
PUBLICATION DATE : 28-11-91

APPLICATION DATE : 16-03-90
APPLICATION NUMBER : 02064232

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : IZUMITANI MASAHIYO;

INT.CL. : C22C 38/00 C22C 38/00

TITLE : IRRADIATION RESISTING AUSTENITIC STAINLESS STEEL

ABSTRACT : PURPOSE: To prevent the lowering of intergranular Cr concentration under neutron irradiation and to obtain an irradiation resisting austenitic stainless steel by incorporating C, Si, Mn, Cr, Ni, Mo, Ti, Zr, and Hf in specific proportions and specific relations.

CONSTITUTION: This steel is an irradiation resisting austenitic stainless steel which has a composition containing, by weight, 0.001-0.03% C, $\leq 1\%$ Si, $\leq 2\%$ Mn, 15-18% Cr, 8-15% Ni, 0-3% Mo, and at least one kind among $>0.4\text{-}<0.5\%$ Ti, $>0.2\text{-}<0.9\%$ Zr, and $>0.2\text{-}<1.7\%$ Hf, satisfying $0.2 < \text{Ti} + \text{Zr} / 1.9 + \text{Hf} / 3.7 < 0.5$, and further containing, if necessary, 0.001-0.1% N. In this steel, reduction in Cr concentration in grain boundaries can be prevented under irradiation and deterioration in irradiation embrittlement resistance and stress corrosion cracking resistance can be inhibited without causing deterioration in mechanical properties due to neutron irradiation.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-267350

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)11月28日

C 22 C 38/00

3 0 2 L

7047-4K

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 耐照射性オーステナイトステンレス鋼

⑯ 特 願 平2-64232

⑰ 出 願 平2(1990)3月16日

⑱ 発 明 者 加 藤 隆 彦 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑲ 発 明 者 高 橋 平 七 郎 北海道札幌市西区八軒四条2丁目1-1

⑳ 発 明 者 池 田 伸 三 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

㉑ 発 明 者 青 野 泰 久 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 小川 勝 男 外2名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

耐照射性オーステナイトステンレス鋼

2. 特許請求の範囲

1. 重量で、C 0.001~0.03%、Si 1%以下、Mn 2%以下、Cr 15~18%、Ni 8~15%、Mo 0~3%と、Ti 0.4%を越え0.5%未満、Zr 0.2%を越え0.9%未満及びHf 0.2%を越え1.7%未満の少なくとも1種とを含み、Ti、Zr及びHfが下記の式の範囲内であることを特徴とする耐照射性オーステナイトステンレス鋼。

$$0.2 < Ti + \frac{Zr}{1.9} + \frac{Hf}{3.7} < 0.5$$

2. 特許請求の範囲第1項において、重量比で0.001~0.1%のNを含有することを特徴とする耐照射性オーステナイトステンレス鋼。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、新規なオーステナイト系ステンレス

鋼に係り、特に原子炉炉心部材として中性子照射を受ける炉心部の機器部品製の、機械的性質を低下させることなく、照射下での粒界Cr濃度低下を防止するのに好適なオーステナイトステンレス鋼に関する。

(従来の技術)

従来、軽水炉炉心の機器部品には主として、SUS304が使用されている。原子炉の運転期間中、炉心部の機器部品は中性子照射を受けるので機器部品材料は耐照射性に優れたものが望まれている。

材料の耐照射性で、特に、重要な性質は照射脆化と照射下の応力腐食割れである。照射脆化については、例えば、特許1323615号に見られる様に、材料に微量の添加元素を含有させることにより改善されることが指摘されている。また照射下の応力腐食割れ性については同様に微量のIV族及びV族元素を添加することにより改善されることが特開昭62-93075号公報に記載されている。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上記発明の従来技術においては、原子炉中で高い線量の中性子照射を被むることにより結晶粒界でのCrの濃度が減少し、オーステナイトステンレス鋼の耐照射脆化性及び照射下での耐応力腐食割れ性が悪化することを認識していない。

本発明は、照射下での粒界Cr濃度低下を防止するに耐照射性オーステナイトステンレス鋼を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

本発明は、重量で、C 0.001~0.03%、Si 1%以下、Mn 2%以下、Cr 15~18%、Ni 8~15%、Mo 0~3%を有するオーステナイトステンレス鋼にTi、Zr、Hfの一種または二種以上を、

$$0.2 < Ti + \frac{Zr}{1.9} + \frac{Hf}{3.7} < 0.5$$

$$\begin{cases} 0.4\% < [Ti] < 0.5\% \\ 0.2\% < [Zr] < 0.9\% \\ 0.2\% < [Hf] < 1.7\% \end{cases}$$

前述のように含有させるものである。

これらの添加により、照射による粒界でのCr濃度の減少を防止できることを、中性子照射の模擬試験として超高压電子顕微鏡を用いた電子照射試験により発見し、本発明をするに至った。これら添加元素の働きは、上記の様にこれらの添加元素が照射により生成した点欠陥すなわち空孔を強くトラップすることにより格子間原子との相互消滅を促進させ、空孔の量が著しく引き下げられるため粒界からのCrの移動を抑制するものと考えられ、その結果、照射下で誘起される粒界でのCr濃度低下の防止を達成できたと考えられる。また上記添加元素の効果は、CまたはNが多量に存在すると、CまたはNが粒界でCrの化合物を照射中に生成し、粒界でCr濃度の減少が誘起させるため、CまたはNを各々0.03重量%または0.1重量%より引き下げないと、有効な働きをしない。但し、鋼の製造性及びコストの点から、CまたはNの下限値は0.001重量%以上が好ましい。また上記Ti、Zr、Hfの添加量は最

で含有し、さらに添加元素Ti、Zr、Hfの、照射下における粒界Cr濃度低下を防止する効果を損わないために、Nの含有量を0.001~0.1にしたものである。

(作用)

オーステナイトステンレス鋼の照射下で誘起される粒界でのCr濃度の低下は、照射により材料中に導入される照射点欠陥すなわち空孔と格子間原子の粒界への移動によるものである。つまりCrは、空孔と相互作用することにより空孔の流れと逆向きに移動する交換機構により粒界から離れていく。本発明は、上記粒界Cr濃度減少を防止する方法として、Crの移動の駆動力となる点欠陥の量を減少させることを思いついた。さらに照射によつて生成される点欠陥の量を減少させる方法として、空孔と強く相互作用する元素の添加により空孔をその元素にトラップして格子間原子との相互消滅を促進させる方法を考案し、種々の元素の添加と有効な添加量の検討を行った。その結果、Ti、Zr、Hfの一種または二種以上を

低値以下では上記効果がなくさらに最高値以上では、溶接性や加工性が悪化する。

また、他の成分元素は耐照射性、強度、耐食性を考慮して、下記の範囲内とすることが好ましい。

(1) Si : 1%以下

Siは耐照射脆化向上のために有効であるが、1%をこえるとかえつて高温水中での応力腐食割れ性を害するので好ましくない。また、鋼の溶解の際、脱酸を完全するためには、1%以下添加してもよい。

(2) Mn : 2%以下

強度や加工性向上に有効であるが、2%を越えると逆に脆化をもたらすため、2%以下とする。

(3) Ni : 8~15%以下

Niは耐食性、照射下でのオーステナイト相安定性及び耐照射性から8~15%が望ましい。

(4) Cr : 15~20%以下

Crは15%以下では強度及び耐食性が低下し、また、20%以上では耐照射性が低下する

ので特に15～18%の範囲が望ましい。

(5) Mo: 0～3%以下

Moは、添加しなくても上記機器部品材料として使用できるが、さらに耐食性の向上に配慮する場合に有効な添加元素である。しかし、3%を超えて添加すると相の析出を促進し材料の脆化を引き起こすので好ましくない。

〔実施例〕

実施例1

第1表に、本発明のオーステナイトステンレス鋼№2、3、4の化学組成(重量%)を比較鋼1、5、6、7と共に示す。№1はいわゆるSUS316L鋼である。残部はFeである。№2、3、4は各々本発明の添加元素Ti、Zr、Hfを本発明の添加量の範囲で含有したものである。また№5、6、7は比較鋼として各々V、Nb、Taを原子%で本発明鋼(№1ないし3)と同程度含有した鋼である。これらの鋼を溶製、造塊後、熱間圧延、冷間圧延し、最終的に1000～1150℃で30分間溶体化処理を施して照射用試料とし

た。試料は中性子照射を模擬した超高压電子顕微鏡を用いた電子照射で試験した。照射条件は電子の加速電圧1MeV、500℃、10dpa(1dpaは中性子照射量の約 $1 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ に相当する)である。第1図は照射後結晶粒界近傍のCr濃度変化をEDX(エネルギー分散型X線分析装置)で分析した結果を示す。比較材№1、5、6、7では粒界で著しいCr濃度の低下が観察されるが、本発明鋼№2、3、4では粒界でのCr濃度低下は防止されている。

さらにTiとZrを各々0.2、0.2重量%№1に添加した鋼、ZrとHfを各々0.2、0.3重量%№1に添加した鋼、TiとHfを各々0.2、0.4重量%№1に添加した鋼、Ti、Zr、Hfを各々0.12、0.21、0.30添加した鋼を作製し、上記と同様の照射試験したが、粒界でのCr濃度の減少は防止されていた。これらの鋼は本発明のオーステナイト鋼である。

第 1 表

試料№	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Al	N	O	Ti	Zr	Hf	V	Nb	Ta
1	0.003	0.01	1.65	0.002	0.003	13.9	17.00	2.2	0.017	0.0020	0.0131	—	—	—	—	—	—
2	0.003	0.01	1.65	0.003	0.003	13.7	16.98	2.2	0.024	0.0019	0.0082	0.41	—	—	—	—	—
3	0.003	<0.01	1.64	0.002	0.003	13.8	16.70	2.3	0.027	0.0078	0.0067	—	0.78	—	—	—	—
4	0.005	<0.01	1.62	0.002	0.002	13.8	16.60	2.2	0.023	0.0034	0.0033	—	—	0.90	—	—	—
5	0.004	<0.01	1.66	0.003	0.003	13.9	16.90	2.2	—	0.0018	0.0187	—	—	—	0.28	—	—
6	0.010	<0.01	1.65	0.003	0.003	13.8	17.30	2.2	—	0.0025	0.0094	—	—	—	—	0.48	—
7	0.009	<0.01	1.61	0.002	0.003	13.8	16.90	2.2	—	0.0028	0.0122	—	—	—	—	—	0.74

実施例 2

第2図は、BWR型原子炉炉心部の概略断面図であり、図中、1は中性子源パイプ、2は上部格子板、3は中性子計装管、4は制御棒を示す。これらの部品を実施例1で示した本発明の№5、6、7並びにTiとZr、ZrとHf、TiとHf及びTiとZrとHfを複合添加した鋼で作製したが従来製造方法で容易に製造できた。また図中1〜4で示す機器部品の他にこれらの機器部品間に介在する細いバーン等も本発明の上記材料で容易に作製できた。

〔発明の効果〕

本発明によれば、原子炉炉心及び核融合炉炉壁で中性子照射を受ける機器部品材料の照射下で起こる粒界Cr濃度の減少を防止することができる。その結果、これら炉の安全性、信頼性の向上に効果があり、ひいては、該機器部品材料の長寿命化による炉運転の経済性向上に効果がある。

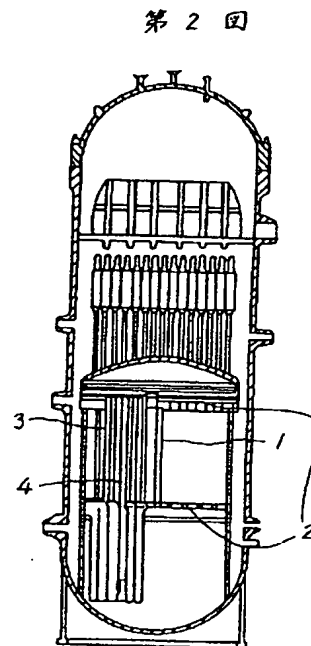
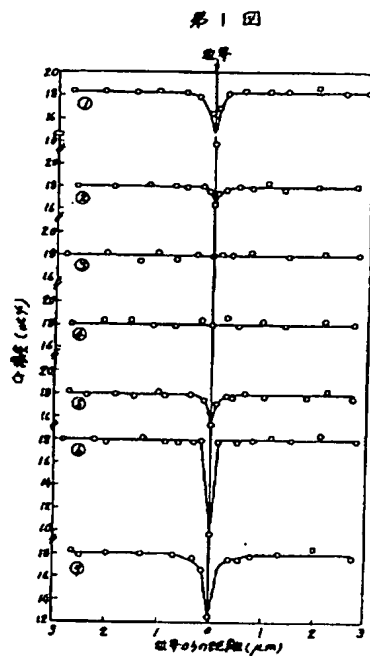
4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の鋼の照射による粒界近傍の

Cr濃度変化を比較鋼と共にCr濃度の関係を示す線図、第2図は、本発明鋼で作製したBWR炉内構造物の断面図である。

1…中性子源パイプ、2…上部格子板、3…中性子計装管、4…制御棒。

代理人 井理士 小川勝男



特開平3-267350(5)

第1頁の続き

②発明者	仲田	清智	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研 究所内
②発明者	泉谷	雅清	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研 究所内